

# 三角帆蚌精子的形态及超微结构\*

郭延平 谈奇坤 陈士超

(安徽师范大学生命科学学院 芜湖 241000)

**摘要:** 运用电子显微镜技术对三角帆蚌精子的形态和超微结构进行研究。结果发现,三角帆蚌精子为原生型,分为头部、中段和尾部。头部呈子弹头形,电子致密且均匀,主要是核所在的区域。核前端由3~4个小的电子致密颗粒组成一个浅弧形的囊泡,为顶体结构。中段具5个球形线粒体,环绕着两个相互垂直的中心粒。中段末端具有的鞭毛质领结构(flagellar collar)为一电子致密环,与远端中心粒之间由9个分叉的电子致密小片连接。尾部为典型的9+2结构。

**关键词:** 三角帆蚌;精子;超微结构

**中图分类号:** Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2002)02-10-04

## The Morphology and Ultrastructure of the Spermatozoa of Fresh-Water Mussel, *Hyriopsis cumingii*

GUO Yan-Ping TAN Qi-Kun CHEN Shi-Chao

(College of Life Science, Anhui Normal University Wuhu 241000, China)

**Abstract:** The morphology and ultrastructure of the spermatozoa of *Hyriopsis cumingii* were studied with scanning electron microscope and transmission electron microscope. The results show that the spermatozoon belongs to primitive type, with a bullet-like head, a middle-piece containing five spherical mitochondria surrounding two centrioles, and a long flagellum. There are 3 or 4 particles forming a disc-like vesicle at the top of the head, and 9 bifurcated elements anchoring the distal centriole to the collar at the base of the sperm head. The sperm tail has the 9+2 pattern.

**Key words:** *Hyriopsis cumingii*; Sperm; Ultrastructure

瓣鳃纲软体动物的精子形态结构一直被认为与其受精方式有关,并且是分类的依据之一<sup>[1]</sup>。国内外对其已有较深入的研究<sup>[2~11]</sup>。但淡水产三角帆蚌精子超微结构的研究至今未见报道。三角帆蚌(*Hyriopsis cumingii*)为我国特有种,成珠质量好。研究其精子的形态和超微结构,了解其受精过程,将丰富淡水蚌类的繁殖生物学的基础资料,促进育珠蚌的人工繁殖工作。现将有关研究结果报道如下。

### 1 材料与方法

性成熟的三角帆蚌于1999年5月购于芜

湖农贸市场,实验室暂养。扫描电镜样品以2.5%戊二醛(pH 7.2, 0.1 mol/L PBS缓冲液配制)和1%锇酸双固定后,酒精系列脱水干燥,真空离子溅射仪喷金, KYKY-1000B型扫描电镜观察。透射电镜样品2.5%戊二醛和1%锇酸双固定后,酒精系列脱水, Epon812包埋, LKB型超薄切片机切片,醋酸铀和柠檬酸铅双重染色,

\* 安徽省教委自然科学基金资助项目(No. 96JL0033);

第一作者介绍 郭延平, 25岁, 女, 硕士研究生; 研究方向: 淡水无脊椎动物繁殖生物学; 现通讯地址: 北京大学生命科学学院 2001 博, 100871。

收稿日期: 2000-12-30, 修回日期: 2001-10-08

H-600 透射电镜下观察并拍照。

## 2 结 果

**2.1 扫描电镜的观察** 扫描电镜显示三角帆蚌精子为原生型,主要由两部分组成:子弹头形的头部和细长的尾部。精子全长约  $40\text{ }\mu\text{m}$ ,头部长约  $4\text{ }\mu\text{m}$ ,宽约  $1.7\text{ }\mu\text{m}$ 。头及尾部外表面平滑基本无皱褶(图版 I:1,2)。

**2.2 透射电镜的观察** 透射电镜显示三角帆蚌精子结构可分为头部、中段和尾部三部分(图1,图版 I:3)。

**2.2.1 精子头部** 三角帆蚌成熟精子头部呈子弹头形,为一个电子致密区域,主要是精核所在的位置,细胞质较少或没有。核区前端微凹,内有3~4个小的电子致密的颗粒( $0.07\sim 0.16\text{ }\mu\text{m}$ )组成一个浅弧形的囊泡,为顶体囊泡。核质均匀,核内含有高度浓缩的染色质,其长度约为  $3.2\text{ }\mu\text{m}$ ,直径约  $1.7\text{ }\mu\text{m}$ 。头部的细胞质如存在,则多为微管结构,并可与其它精子的微管相连。核区末端具有明显的向内凹陷,形成核泡(图版 I:3,4)。

**2.2.2 精子中段** 中段位于精子中部,由5个球形线粒体、两个中心粒和细胞质鞭毛领结构组成。线粒体直径约  $0.87\text{ }\mu\text{m}$ ,具有发育完好的嵴,围绕着两个中心粒彼此相联成环状,每个线粒体都具有各自完整的双层膜。两个中心粒呈圆柱形,直径约  $0.25\text{ }\mu\text{m}$ ,互为直角。近端中心粒壁由9组三联体微管组成,位于头部基端的凹陷内,并通过核泡与核紧密相联。远端中心粒位于中段正中央,被线粒体环环绕,内部也具有三联体微管。远端中心粒与近端中心粒之间有电子致密物质相连。中段末端具细胞质鞭毛领结构,即一个电子致密环。细胞质鞭毛领结构与远端中心粒之间由9条分叉的环状排列的小片状电子致密物质相连。远端中心粒是鞭毛的基体(图版 I:5~9)。

**2.2.3 精子尾部** 三角帆蚌的尾部为远端中心粒延伸而成的鞭毛,尾部长约  $35\sim 40\text{ }\mu\text{m}$ ,横切面近圆形,直径约  $0.24\text{ }\mu\text{m}$ ,外周为一薄层质膜,内有轴丝,是典型的“9+2”结构(图版 I:10,

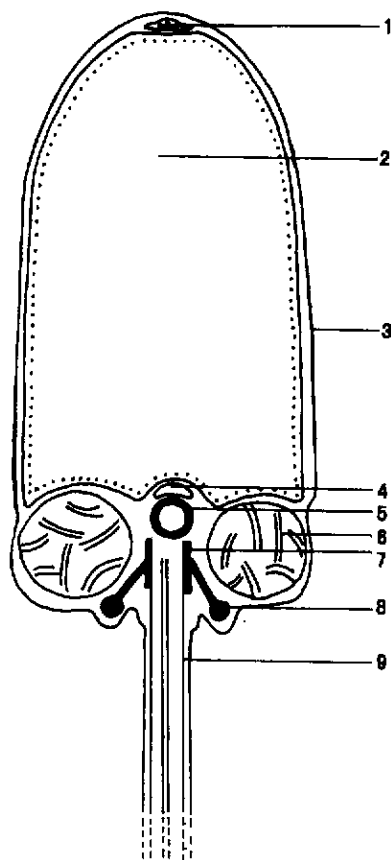


图1 成熟精子结构示意图

1. 顶体囊泡(acrosome vesicle); 2. 细胞核(nucleus); 3. 细胞膜(membrane); 4. 核泡(nuclear vesicle); 5. 近端中心粒(proximal centriole); 6. 线粒体(mitochondrion); 7. 远端中心粒(distal centriole); 8. 鞭毛领结构(flagellar collar); 9. 鞭毛(flagellum), 比例尺 =  $1\text{ }\mu\text{m}$

10a)。

## 3 讨 论

双壳类软体动物中许多种类的成熟精子具有一个发达的顶体<sup>[2,3]</sup>,而 *Anodonta cygnea* 和 *A. grandis* 的精子仅具有一个退化的顶体,位于核的前端<sup>[5,6]</sup>,本研究观察到三角帆蚌在成熟精子的前端,也能见到一个退化的小顶体。作者同意 Popham 的看法:这可能是因为淡水蚌类的受精作用和胚胎发育都在雌蚌的外鳃腔中,腔内条件稳定,受水体环境变化的影响较小,因此卵的胶质卵膜较薄,导致成熟精子较许多体

外受精的双壳类软体动物顶体明显退化<sup>[1]</sup>。

三角帆蚌成熟精子细胞核内含有高度浓缩的染色质,核体积减少。顶体和核决定精子头部的形状,三角帆蚌成熟精子头部呈子弹头形,长和宽之比约为 2:1,这与 *A. cygnea*, *A. grandis*, *Prisodon alatus* 和褶纹冠蚌等淡水蚌类相近似<sup>[4~8]</sup>。淡水蚌类精子发育过程中,分散在细胞质内的线粒体逐步融合,体积增大并后移,三角帆蚌至成熟精子时,核的基端具有环状排列的 5 个线粒体,围绕远端中心粒,这与 *Diplodon chilensis*, *A. cygnea*, *A. grandis*, *Hyriopsis schlegelii* 和褶纹冠蚌等淡水双壳类软体动物相一致<sup>[1,4~8]</sup>,而 *C. meridionalis*, *Pecten maximus*, *Dreissena polymorpha* 和椭圆背角无齿蚌 *A. woodiana elliptica* 等双壳类软体动物精子核的基端仅具 4 个线粒体<sup>[2,9~11]</sup>。

三角帆蚌的精子中段末端有一明显的电子致密环,并与远端中心粒之间由辐射状的 9 条电子致密的分叉小片相连。此现象与淡水蚌科的 *A. grandis* 一致,John 将这种结构称为鞭毛领结构(flagellar collar)<sup>[6]</sup>。沈亦平等在合浦珠母贝精子的远端中心粒周围也观察到辐射状电子致密物,并称其为中心粒卫星复合物(centriole satellite complex)<sup>[11]</sup>。孙慧玲等在泥蚶精子中观察到的辐射状结构与质膜相连接,并使尾部鞭毛基部的质膜明显内陷,因此称之为中心粒卫星体结构(satellite body)。类似的结构已在许多种贝类有过描述<sup>[12]</sup>。作者在三角帆蚌精子中观察到的结构与 *A. grandis* 基本相同,辐射状物质是与一环结构相连,因此可按 John 的定名为鞭毛领结构(flagellar collar),有助于加固鞭毛和头部的连接,有利于精子运动。

## 图 版 说 明

1. 成熟精子全貌,示头部和尾部(A morphology of a mature spermatozoon, showing the main body and flagellum) × 6 000; 2. 成熟精子头部扫描(A morphology of the main body of a mature sperm) × 10 200; 3. 成熟精子纵切,示头部、中段和尾部(A longitudinal section of a sperm, showing the head, mid-piece, and flagellum) × 12 000; 4. 头部纵切,示顶体囊泡(A longitudinal section of the head, showing the acrosome vesicle) × 25 000; 5. 中段纵切,示核泡,近端中心粒和线粒体(A longitudinal section of the mid-piece, showing the nuclear vesicle, proximal centriole, and mitochondria) × 25 000; 6. 中段横切,示 5 个球形线粒体环及远端中心粒(A transverse section of the mid-piece, showing the mitochondria ring and distal centriole) × 20 000; 7. 中段横切,示靠近领结构时,与远端中心粒相连的电子致密小片(A transverse section of the mid-piece, showing the elements anchoring the distal centriole to the collar) × 25 000; 8. 中段横切,示领结构及 9 个分叉的电子致密

## 参 考 文 献

- [1] Santiago P, Orlando G, Esperanza P. Spermiogenesis and sperm ultrastructure in the fresh-water Mussel, *Diplodon chilensis chilensis* (Mollusca: Bivalvia). *Invert Reprod Develop*, 1990, 17(3): 171 ~ 179.
- [2] Hodgson A N, Bernard R T. Ultrastructure of the sperm and spermatogenesis of three species of *Mytilidae* (Mollusca, Bivalvia). *Gamete Res*, 1986, 15: 123 ~ 135.
- [3] Sousa M, Guerra R, Oliveira E *et al.* Comparative PTA staining of molluscan spermatozoa. *J Submicrosc Cytol Pathol*, 1998, 30(1): 183 ~ 187.
- [4] 邓道贵, 谈奇坤. 褶纹冠蚌精子发生的研究. 水生生物学学报, 2000, 24(1): 63 ~ 66.
- [5] Eduardo R, Azevedo C. Ultrastructure study of the spermatogenesis of *Anodonta cygnea* L. (Bivalvia, Unionidae). *Invert Reprod Develop*, 1990, 18(3): 169 ~ 176.
- [6] John W L. The ultrastructure of the sperm and motile spermatozoa released from the freshwater Mussel, *Anodonta grandis* (Mollusca, Bivalvia, Unionidae). *Can J Zool*, 1994, 72: 1 452 ~ 1 460.
- [7] Satoru H. Electron microscope studies on spermatogenesis of the Fresh-water Mussel, *Hyriopsis schlegelii*. *Bull Jpn Soc Sci Fish*, 1964, 30: 564 ~ 569.
- [8] Dorange G, Lepennec M. Ultrastructural characteristics of spermatogenesis in *Pecten maximus* (Mollusca, Bivalvia). [J] *Invert Reprod Develop*, 1989, 15: 109 ~ 117.
- [9] Franzen A. Ultrastructural studies of spermatozoa in three bivalve species with notes on evolution of elongated sperm nucleus in primitive spermatozoa. *Gamete Res*, 1983, 7: 199 ~ 214.
- [10] 杜世章, 石安静, 陈维琼. 椭圆背角无齿蚌的精子发生. 四川大学学报(自然科学版), 1994, 31(专辑): 194 ~ 199.
- [11] 沈亦平, 张锡元. 合浦珠母贝精子发生过程的超微结构. 武汉大学学报(自然科学版), 1993, 6: 123 ~ 129.
- [12] 孙慧玲, 方建光, 王清印等. 泥蚶精子的超微结构. 水产学报, 2000, 24(4): 297 ~ 301.

小片(A transverse section of the mid-piece, showing the collar and 9 bifurcated elements)  $\times 40\ 000$ ; 9. 中段纵切, 示领结构(A longitudinal section of the mid-piece, showing the collar)  $\times 30\ 000$ ; 10. 鞭毛横切(A transverse section of the flagellum)  $\times 50\ 000$ ; 10a. 鞭毛放大示 9 + 2 结构(showing the 9 + 2 structure)  $\times 60\ 000$

AV: 顶体囊泡(acrosome visicle); DC: 远端中心粒(distal centriole); E: 分叉小片(bifurcated elements); FC: 鞭毛领结构(flagellar collar); F: 鞭毛(flagellum); H: 精子头部(head of sperm); M: 线粒体(mitochondrium); N: 细胞核(nucleus); NV: 核泡(nucleus vesicle); PC: 近端中心粒(proximal centriole)

郭延平等: 三角帆蚌精子的形态及超微结构

图版 I

GUO Yan-Ping *et al.*: The Morphology and Ultrastructure of the Spermatozoa of Fresh-Water Mussel, *Hyriopsis cumingii*

Plate I

